

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. April 2001 (12.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/26227 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H03K 17/081

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03440

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. September 2000 (29.09.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 47 036.7 30. September 1999 (30.09.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NIEDERNOS-  
THEIDE, Franz, Josef [DE/DE]; Isegrimstrasse 8, 81739  
München (DE). RUFF, Martin [DE/DE]; Frickenhoech-  
stadt 17, 91487 Vestenbergsgreuth (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

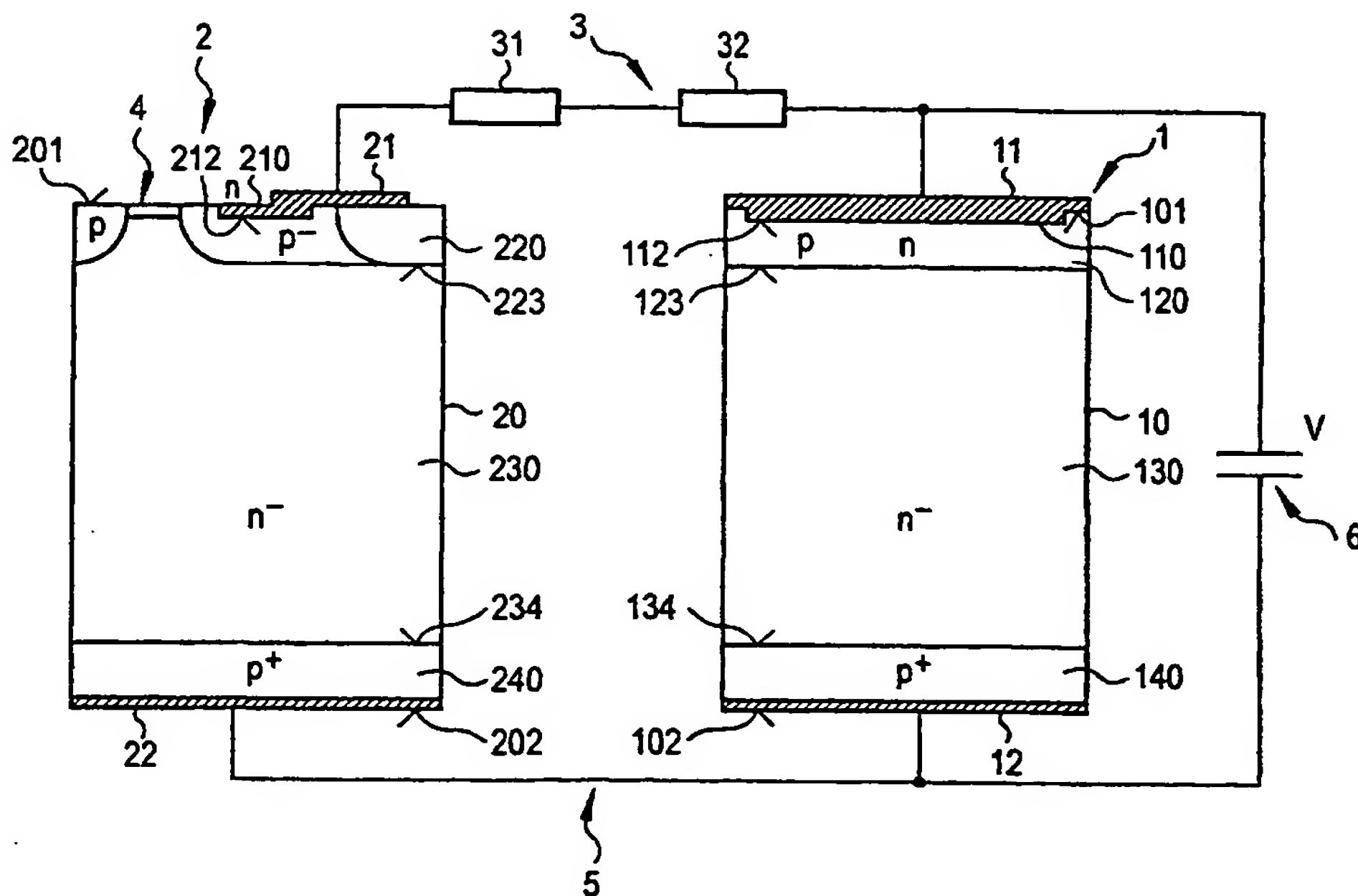
Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: THYRISTOR ARRANGEMENT WITH TURNOFF PROTECTION

(54) Bezeichnung: THYRISTORANORDNUNG MIT FREIWERDESCHUTZ



(57) Abstract: The invention relates to a thyristor arrangement comprising a main thyristor (1), at least one auxiliary thyristor (2), a resistance device (3) that electrically connects the auxiliary thyristor and the main thyristor and an optical ignition device (4) for the overhead ignition of the main thyristor by means of the auxiliary thyristor and the resistance device. The resistance device defines a time-dependent ohmic resistance in such a way that the value thereof is relatively high during a switching-on phase of the main thyristor and relatively low during a current-carrying phase of the main thyristor.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/26227 A1



— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Thyristoranordnung mit einem Hauptthyristor (1), mindestens einem Hilfsthyristor (2), einer den Hilfsthyristor und den Hauptthyristor elektrisch miteinander verbindenden Widerstandseinrichtung (3) und einer optischen Zündeinrichtung (4) zu einer Überkopfzündung des Hauptthyristors über den Hilfsthyristor und die Widerstandseinrichtung, wobei die Widerstandseinrichtung einen zeitabhängigen ohmschen Widerstand derart definiert, daß dessen Wert während einer Einschaltphase des Hauptthyristors relativ groß und während einer Stromführungsphase des Hauptthyristors relativ klein ist.

## Beschreibung

## Thyristoranordnung mit Freiwerdeschutz

- 5 Die Erfindung betrifft gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 eine Thyristoranordnung mit
- einem Hauptthyristor, der eine Kathode und eine Anode aufweist,
  - mindestens einem Hilfsthystor, der eine Kathode und eine
  - 10 Anode aufweist,
  - einer Widerstandseinrichtung, welche die Kathode des Hilfsthystors und die Kathode des Hauptthyristors elektrisch miteinander verbindet und einen von null verschiedenen ohmschen Widerstand definiert,
  - 15 - einer Anodenverbindung, welche die Anode des Hilfsthystors und die Anode des Hauptthyristors elektrisch miteinander verbindet, und
  - einer Zündeinrichtung zu einer Überkopfzündung des Hauptthyristors über den Hilfsthystor und die Widerstandsein-
  - 20 richtung.

Eine Thyristoranordnung der genannten Art ist aus EP 0 301 761 B1 bekannt. Bei dieser bekannten Anordnung sind der Hauptthyristor mit seiner Kathode und Anode, der Hilfs-

25 thyristor mit seiner Kathode und Anode, die Widerstandseinrichtung, die Anodenverbindung in Form eines Kurzschlusses und die Zündeinrichtung auf einem gemeinsamen Körper aus Halbleitermaterial integriert.

- 30 Die Widerstandseinrichtung besteht aus einem ohmschen Widerstand. Dieser Widerstand dient zu einer elektrischen Strombegrenzung zwischen dem Hilfsthystor und dem Hauptthyristor.

Die Zündeinrichtung ist eine elektrische Zündeinrichtung, und

35 zwischen dieser Zündeinrichtung und dem Hilfsthystor ist ebenfalls ein ohmscher Widerstand angeordnet, der ebenfalls zu einer Strombegrenzung dient.

Aus JP-A-59 141 269 geht ebenfalls eine Thyristoranordnung der eingangs genannten Art hervor, bei welcher der Hauptthyristor mit seiner Kathode und Anode, der Hilfsthystor mit seiner Kathode und Anode, die Widerstandseinrichtung, die Anodenverbindung und die Zündeinrichtung auf einem gemeinsamen Körper aus Halbleitermaterial integriert sind.

Die Widerstandseinrichtung dieser bekannten Anordnung besteht aus einem einzelnen Widerstand und die Zündeinrichtung ist eine elektrische Zündeinrichtung.

Aufgrund der Tatsache, daß bei dieser bekannten Anordnung die Betriebsdauer des Hilfsthystorteils länger ist als die des Hauptthystorteils, kompensiert eine Vorwärtsspannung des Hilfsthystors einen Spannungsabfall am Widerstand und es fließt auch im Hilfsthystor ein Strom mit einer Stromdichte, die genauso groß oder größer als die im Hauptthystor ist. Insbesondere ist aufgrund dieser Tatsache einerseits durch den Hilfsthystor für ein Kippen gesorgt und wird andererseits ein Durchbruch infolge Stromkonzentration bei Kippen verhindert.

Aus H.-J. Schulze, M. Ruff, B. Baur, F. Pfirsch, H. Kazba, U. Kellner, P. Voss: "Light Triggered 8 kV Thyristor with a New Type of Integrated Breakover Diode", Proceedings of PCIM, Maui, 1996, S. 465 - 472, ist eine optische Zündeinrichtung zum Zünden eines auf einem Körper aus Halbleitermaterial integrierten Hauptthystors mittels optischer Strahlung bekannt, wobei diese Zündeinrichtung und ein Hilfsthystor auf diesem Körper aus Halbleitermaterial integriert ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Thyristoranordnung bereitzustellen, die einen guten Freiwerdeschutz aufweist. Freiwerdeschutz bedeutet dabei generell einen Schutz dagegen, daß durch einen nicht vermeidbaren Spannungsanstieg während der Freiwerdezeit eines Thyristors der Thyri-

stor unkontrolliert durchzündend und dadurch zerstört werden kann (siehe dazu DE 196 50 762 A1).

5 Diese Aufgabe wird durch eine Thyristoranordnung gelöst, welche die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist.

10 Gemäß dieser Lösung ist wesentlich, daß die Widerstandseinrichtung einen zeitabhängigen ohmschen Widerstand derart definiert, daß dieser Widerstand während einer Einschaltphase des Hauptthyristors einen relativ großen Wert und während einer Stromführungsphase des Hauptthyristors einen relativ kleinen Wert aufweist.

15 Diese Lösung beruht auf folgenden Erkenntnissen: Der Hilfsthyristor soll auch während der Stromführungsphase des Hauptthyristors im leitenden Zustand bleiben. Um den Hilfsthyristor vor zu hohen Einschaltbelastungen zu schützen, ist ein Schutzwiderstand notwendig. Insbesondere wenn eine integrierte optische Zündeinrichtung diesen Hilfsthyristor zur kontrollierten Überkopfzündung des Hauptthyristors nutzt, ist  
20 der Schutzwiderstand notwendig. Ein zu hoher Schutzwiderstand, beispielsweise ein Widerstand mit einem Wert größer als  $50 \Omega$  verhindert aber, daß der Hilfsthyristor auch während der Stromführungsphase des Hauptthyristors im leitenden  
25 Zustand bleibt und kann damit beispielsweise die Integration eines Freiwerdeschutzes verhindern.

Es kann gezeigt werden, daß der für einen Freiwerdeschutz brauchbare maximal zulässige Wert des Schutzwiderstandes typischerweise kleiner als  $50 \Omega$  sein muß.  
30

Andererseits muß verhindert werden, daß der Hilfsthyristor durch einen zu hohen Strom während des Einschaltens des Hauptthyristors zerstört wird. Dies kann durch einen Schutzwiderstand eines Wertes größer als  $50 \Omega$  erreicht werden, wobei wiederum die Gefahr einer Verhinderung der Integration eines Freiwerdeschutzes besteht.  
35



Wird der Widerstand durch eine Widerstandseinrichtung mit einem zeitabhängigen Widerstandswert ersetzt, die derart ausgebildet und/oder gesteuert ist, daß zu Beginn des Einschaltens der Thyristoranordnung der Strom des Hilfsthyristors effektiv begrenzt wird und gleichzeitig während der Stromführungsphase des Hauptthyristors der Widerstandswert der Widerstandseinrichtung nur klein ist, so kann der Hilfsthyristor sowohl im Einschaltmoment geschützt werden als auch während der Stromführungsphase des Hauptthyristors im leitenden Zustand bleiben und damit die Integration eines Freiwerdeschutzes gelingen.

Die Widerstandseinrichtung kann beispielsweise ein ohmscher Widerstand sein, dessen Widerstandswert gesteuert veränderbar ist und der so gesteuert wird, daß der Widerstandswert während der Einschaltphase des Hauptthyristors relativ groß und während der Stromführungsphase des Hauptthyristors relativ klein ist.

Vorzugs und vorteilhafterweise ist die Widerstandseinrichtung so ausgebildet, daß der Widerstand von selbst vom relativ großen Wert auf den relativ kleinen Wert absinkt.

Eine bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltung einer solchen Widerstandseinrichtung weist einen ohmschen Widerstand eines im wesentlichen festen Wertes und eine Induktivität und/oder eine Kapazität auf. Die Kombination aus dem ohmschen Widerstand, der Induktivität und/oder der Kapazität ist lediglich so zu wählen, daß zu Beginn des Einschaltvorganges der Widerstandswert der Widerstandseinrichtung hoch ist, dann aber auf einen definierten kleineren Wert abnimmt

Bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen einer solchen Ausgestaltung gehen aus den Ansprüchen 4 bis 7 hervor.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Thyristoranordnung sind der Hauptthyristor mit seiner Kathode und Anode, der Hilfsthystor mit seiner Kathode und Anode, die Widerstandseinrichtung, die Anodenverbindung und die Zündeinrichtung auf einem gemeinsamen Körper aus Halbleitermaterial integriert.

Bei dieser Ausgestaltung weist bevorzugter- und vorteilhafterweise die Widerstandseinrichtung eine integrierte Induktivität in Form einer auf dem Körper aus Halbleitermaterial ausgebildeten Spirale aus elektrisch leitendem Material auf.

Bei einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Thyristoranordnung ist der Hauptthyristor mit seiner Kathode und Anode auf einem Körper aus Halbleitermaterial integriert, und ist der Hilfsthystor mit seiner Kathode und Anode auf einem anderen Körper aus Halbleitermaterial integriert. Bei dieser Ausgestaltung, bei welcher der Hilfsthystor extern vom Hauptthyristor ist, besteht der Vorteil der wesentlich größeren Freiheit bei der Gestaltung der Widerstandseinrichtung, insbesondere der eine Kombination aus ohmschem Widerstand, Induktivität und/oder Kapazität aufweisenden Widerstandseinrichtung. Vor allem besteht dabei eine wesentlich größere Freiheit bei der Gestaltung der Induktivität.

Bei der erfindungsgemäßen Thyristoranordnung ist die Zündeinrichtung vorzugs und vorteilhafterweise eine optische Zündeinrichtung, die auf einem Körper aus Halbleitermaterial des Hilfsthystor integriert ist. Sind in diesem Fall der Hauptthyristor und der Hilfsthystor auf einem gemeinsamen Körper aus Halbleitermaterial integriert, ist ein optisch zündbarer Hauptthyristor gegeben. Ist dagegen der Hilfsthystor extern realisiert und über eine externe Widerstandseinrichtung mit dem Hauptthyristor verbunden, ist gewissermaßen ein elektrisch zündbarer Hauptthyristor gegeben.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen  
5 Thyristoranordnung,

Figur 2 eine Variante des ersten Ausführungsbeispiels,

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen  
10 Thyristoranordnung,

Figur 4 eine Variante des zweiten Ausführungsbeispiels, und

Figur 5 eine Draufsicht auf eine Induktivität in Form einer  
15 Spirale aus elektrisch leitendem Material.

Die Figuren sind schematisch und nicht maßstäblich.

Bei den in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbei-  
20 spielen der erfindungsgemäßen Thyristoranordnung ist der Hauptthyristor generell mit 1, der Hilfsthyristor generell mit 2, die Widerstandseinrichtung generell mit 3 und die Zündeinrichtung generell mit 4 bezeichnet.

25 Der Hauptthyristor 1 weist einen Körper 10 aus unterschiedlich dotiertem Halbleitermaterial, beispielsweise Silizium, eine als Kathode dienende Elektrode 11 und eine als Anode dienende Elektrode 12 auf.

30 Die Kathode 11 und die Anode 12 sind auf voneinander abgekehrten Oberflächenbereichen 101 bzw. 102 des Körpers 10 ausgebildet.

Zwischen der Kathode 11 und der Anode 12 weist der Körper 10  
35 einen als kathodenseitigen Emitter des Hauptthyristors 1 dienenden Bereich 110 aus n-dotiertem Halbleitermaterial auf,



der im Bereich der Kathode 11 an den Oberflächenbereich 101 des Körpers 10 grenzt.

5 An den kathodenseitigen Emitter 110 grenzt ein als kathodenseitige Basis des Hauptthyristors 1 dienender Bereich 120 aus p-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10 und bildet zusammen mit dem kathodenseitigen Emitter 110 einen np-Übergang 112.

10 An die kathodenseitige Basis 120 grenzt ein als anodenseitige Basis des Hauptthyristors 1 dienender Bereich 130 aus n<sup>-</sup>-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10 und bildet zusammen mit der kathodenseitigen Basis 120 einen pn-Übergang 123.

15 An die anodenseitige Basis 130 grenzt ein als anodenseitiger Emitter des Hauptthyristors 1 dienender Bereich 140 aus p<sup>+</sup>-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10. Der Bereich 140 bildet einerseits zusammen mit der anodenseitigen Basis 120 einen np-Übergang 134 und grenzt andererseits im Bereich der  
20 Anode 12 an den Oberflächenabschnitt 102 des Körpers 10

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis 3 weist der Hilfsthystor 2 beispielsweise einen vom Körper 10 des Hauptthyristors 1 getrennten anderen Körper 20 aus unterschiedlich dotiertem Halbleitermaterial, beispielsweise ebenfalls Silizium, eine als Kathode dienende Elektrode 21 und  
25 eine als Anode dienende Elektrode 22 auf.

Die Kathode 21 und die Anode 22 des Hilfsthystors 2 sind  
30 auf voneinander abgekehrten Oberflächenbereichen 201 bzw. 202 des Körpers 20 ausgebildet.

Zwischen der Kathode 21 und der Anode 22 weist der Körper 20 einen als kathodenseitigen Emitter des Hilfsthystors 2 dienenden Bereich 210 aus n-dotiertem Halbleitermaterial auf,  
35 der im Bereich der Kathode 21 an den Oberflächenbereich 201 des Körpers 20 grenzt.

An den kathodenseitigen Emitter 210 des Hilfsthystors 2 grenzt ein als kathodenseitige Basis des Hilfsthystors 2 dienender Bereich 220 aus p-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 20 und bildet zusammen mit dem kathodenseitigen Emitter 210 einen np-Übergang 212.

An die kathodenseitige Basis 220 grenzt ein als anodenseitige Basis des Hilfsthystors 2 dienender Bereich 230 aus n-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 20 und bildet zusammen mit der kathodenseitigen Basis 220 einen pn-Übergang 223.

An die anodenseitige Basis 230 grenzt ein als anodenseitiger Emitter des Hilfsthystors 2 dienender Bereich 240 aus p-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 20. Der Bereich 240 bildet einerseits zusammen mit der anodenseitigen Basis 220 einen np-Übergang 234 und grenzt andererseits im Bereich der Anode 22 an den Oberflächenabschnitt 202 des Körpers 20 des Hilfsthystors 2.

20

Die Ausführungsbeispiele nach den Figuren 1, 2 und 4 weisen eine elektrische Anodenverbindung 5 auf, welche die Anode 22 des Hilfsthystors 2 und die Anode 12 des Hauptthystors 1 elektrisch miteinander verbindet und in Form eines Kurzschlusses ausgebildet ist.

25

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 4 unterscheidet sich von den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis 3 unter anderem dadurch, daß der Hauptthystor 1 mit seiner Kathode 11 und Anode 12, der Hilfsthystor 2 mit seiner Kathode 21 und Anode 22 auf einem gemeinsamen Körper aus Halbleitermaterial, beispielsweise dem Körper 10 des Hauptthystors 1, integriert sind.

Die Kathode 21 des Hilfsthystors 2 ist wie die Kathode 11 des Hauptthystors 1 aber von dieser durch einen Zwischenraum 111 getrennt auf dem Oberflächenbereich 101 des Körpers

35

10 ausgebildet, und die Anode 22 des Hilfsthystors 2 ist wie die Anode 12 des Hauptthystors 1 auf dem Oberflächenbereich 102 des Körpers 10 ausgebildet. Der kathodenseitige Emitter des Hilfsthystors 2 ist durch einen Bereich 210 aus  
5 n-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10 gebildet.

Dieser Bereich 210 ist in dem als kathodenseitige Basis dienenden Bereich 120 aus p-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10 angeordnet, bildet zusammen mit dem Bereich 120  
10 einen np-Übergang 212 und grenzt im Bereich der Kathode 21 des Hilfsthystors 2 an den Oberflächenbereich 101 des Körpers 10.

Ansonsten ist bei diesem Ausführungsbeispiel der Körper 10  
15 aus unterschiedlich dotiertem Halbleitermaterial sowohl im Bereich des Hilfsthystors 2 als auch im Bereich des Hauptthystors 1 gleich und so wie bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis 3 ausgebildet.

20 Die Anode 22 des Hilfsthystors 2, die Anode 12 des Hauptthystors 1 und die Anodenverbindung 5 in Form des Kurzschlusses sind beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 durch eine einzige Elektrode 12' realisiert, die auf dem Oberflächenabschnitt 102 des Körpers 10 ausgebildet ist.

25 Bei allen Ausführungsbeispielen ist eine Widerstandseinrichtung 3 vorhanden, welche die Kathode 21 des Hilfsthystors 2 und die Kathode 11 des Hauptthystors 1 elektrisch miteinander verbindet und einen von null verschiedenen ohmschen Widerstand definiert.  
30

Erfindungsgemäß ist diese Widerstandseinrichtung 3 so ausgebildet, daß sie einen zeitabhängigen ohmschen Widerstand derart definiert, daß dieser Widerstand während einer Einschaltphase des Hauptthystors 1 einen relativ großen Wert und  
35 während einer Stromführungsphase des Hauptthystors 1 einen relativ kleinen Wert aufweist.

Überdies ist bei allen Ausführungsbeispielen ist eine Widerstandseinrichtung 3 so ausgebildet, daß der Widerstand von selbst vom relativ großen Wert auf den relativ kleinen Wert absinkt, was mit Hilfe einer Kombination aus einem ohmschen Widerstand eines im wesentlichen festen Wertes und einer Induktivität und/oder Kapazität erreicht wird.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1 weist die Widerstandseinrichtung 3 eine Serienschaltung aus dem mit 31 bezeichneten ohmschen Widerstand des im wesentlichen festen Wertes und der mit 32 bezeichneten Induktivität und/oder Kapazität auf.

Das Ausführungsbeispiel nach Figur 2 ist eine Variante des Beispiels nach Figur 1 und unterscheidet sich vom Beispiel nach Figur 1 allein durch die besondere Ausbildung der Anodenverbindung 5, die eine Serienschaltung aus einer mit 52 bezeichneten Induktivität und/oder Kapazität und einer Parallelschaltung aus einem mit 51 bezeichneten ohmschen Widerstand und einer mit 53 bezeichneten weiteren Induktivität und/oder Kapazität aufweist.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 3 weist die Widerstandseinrichtung 3 eine Parallelschaltung aus dem mit 31 bezeichneten ohmschen Widerstand des im wesentlichen festen Wertes und der mit 32 bezeichneten Induktivität und/oder Kapazität auf.

Auch beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 weist die Widerstandseinrichtung 3 eine Parallelschaltung aus dem mit 31 bezeichneten ohmschen Widerstand des im wesentlichen festen Wertes und der mit 32 bezeichneten Induktivität und/oder Kapazität auf. Bei diesem Beispiel ist die Widerstandseinrichtung 3 auf dem gemeinsamen Körper 10 aus Halbleitermaterial integriert, beispielsweise im Zwischenraum 111 am Oberflächenbereich 101 des Körpers 10.

Anstelle der dargestellten beispielhaften Kombinationen aus ohmschem Widerstand 31 und Induktivität und/oder Kapazität 32 können auch andere Kombinationen verwendet werden. Das gleiche gilt für die Anodenverbindung 5 des Beispiels nach Figur 2.

In den Figuren 1 bis 3 bezeichnet 6 eine Einrichtung zur Erzeugung einer elektrischen Spannung  $V$  zwischen der Kathode 11 und der Anode 12 des Hauptthyristors 1.

Bei speziellen Ausbildungen der Ausführungsbeispiele nach den Figuren 1 bis 4 weist die Widerstandseinrichtung 3 eine Kombination aus dem ohmschen Widerstand 31 und nur einer Induktivität 32 ohne eine Kapazität auf.

Insbesondere bei diesen Ausbildungen ist von entscheidender Bedeutung, daß die Induktivität 32, 52 oder 53 groß genug dimensioniert ist, so daß der Stromanstieg zu Beginn der Einschaltphase des Hauptthyristors 1 wirkungsvoll gebremst wird.

Während der Widerstandswert des Widerstandes 31 oder 51 im Bereich von  $10\ \Omega$  bis  $200\ \Omega$  liegt, müßte der Wert der Induktivität 32, 52 oder 53 im Bereich von  $10\ \mu\text{H}$  bis einige  $\text{mH}$  liegen. Es konnte bei einer seriellen Induktivität 32 ohne parallelem Widerstand gezeigt werden, bei einem Wert von  $100\ \mu\text{H}$  oder  $1\text{mH}$  der seriellen Induktivität 32 die Temperaturerhöhung des Hilfsthristors 2 deutlich niedriger ist als ohne Induktivität (Induktivitätswert = 0). Daraus kann geschlossen werden, daß eine Induktivität in der Größenordnung von  $1\text{mH}$  den Hilfsthristor 2 wirkungsvoll schützt. Sowohl in im Widerstand 32 als auch in der Induktivität 32 wird nur sehr kurzzeitig Leistung verbraucht, so daß eine daraus folgende Erwärmung leicht zu beherrschen ist.

Um eine Induktivität direkt auf einem Körper aus Halbleitermaterial zu integrieren, kann sie in Form einer auf dem Körper aus Halbleitermaterial ausgebildeten Spirale aus elektrisch leitendem Material aufgebracht werden. In der Figur 5



ist eine solche Spirale in Draufsicht beispielhaft dargestellt und mit 7 bezeichnet. Sie besteht aus einem beispielsweise auf dem Oberflächenbereich 101 des Körpers 10 aus Halbleitermaterial ausgebildeten spiralförmig gewundenen Streifen 5 70 aus elektrisch leitendem Material. Beispielsweise kann eine solche Spirale 7 über einen integrierten Widerstand gelegt werden.

Die Zündeinrichtung 4 zu einer Überkopfzündung des Hauptthyristors 1 über den Hilfsthystor 2 und die Widerstandseinrichtung 3 ist vorzugsweise eine optische Zündeinrichtung ist, die auf dem Körper 20 oder 10 aus Halbleitermaterial des Hilfsthystors 2 integriert ist. Die aus dem oben erwähnten Dokument Proceedings of PCIM hervorgehende optische Zündeinrichtung 15 ist dafür geeignet.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 kann die Widerstandseinrichtung 3, die Anodenverbindung 5 und die optische Zündeinrichtung 4 auf gemeinsam auf dem Körper 10 aus Halbleitermaterial integriert sein. 20

## Patentansprüche

1. Thyristoranordnung mit
  - einem Hauptthyristor (1), der eine Kathode (11) und eine
  - 5 Anode (12) aufweist,
  - mindestens einem Hilfsthystor (2), der eine Kathode (21) und eine Anode (22) aufweist,
  - einer Widerstandseinrichtung (3), welche die Kathode (21) des Hilfsthystors (2) und die Kathode (11) des Hauptthystors (1) elektrisch miteinander verbindet und einen von null
  - 10 verschiedenen ohmschen Widerstand definiert,
  - einer Anodenverbindung (5), welche die Anode (21) des Hilfsthystors (2) und die Anode (12) des Hauptthystors (1) elektrisch miteinander verbindet, und
  - 15 - einer Zündeinrichtung (4) zu einer Überkopfzündung des Hauptthystors (1) über den Hilfsthystor (2) und die Widerstandseinrichtung (3),dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Widerstandseinrichtung (3) einen zeitabhängigen ohm-
  - 20 schen Widerstand derart definiert, daß dieser Widerstand während einer Einschaltphase des Hauptthystors (1) einen relativ großen Wert und während einer Stromführungsphase des Hauptthystors (1) einen relativ kleinen Wert aufweist.
- 25 2. Thyristoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstand von selbst vom relativ großen Wert auf den relativ kleinen Wert absinkt.
3. Thyristoranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandseinrichtung (3) einen ohm-
- 30 schen Widerstand (31) eines im wesentlichen festen Wertes und eine Induktivität und/oder eine Kapazität (32) aufweist.
4. Thyristoranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandseinrichtung (3) eine Paral-
- 35 lelschaltung aus dem ohmschen Widerstand (31) des im wesent-

lichen festen Wertes und der Induktivität und/oder Kapazität (32) ist.

5 5. Thyristoranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandseinrichtung (3) eine Serienschaltung aus dem ohmschen Widerstand (31) des im wesentlichen festen Wertes und der Induktivität und/oder Kapazität (32) ist.

10 6. Thyristoranordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Anodenverbindung (54) ein Kurzschluß ist.

15 7. Thyristoranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anodenverbindung (5) eine Serienschaltung aus einer Induktivität und/oder Kapazität (52) und einer Parallelschaltung aus einem ohmschen Widerstand (51) und einer weiteren Induktivität und/oder Kapazität (53) aufweist.

20 8. Thyristoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptthyristor (1) mit seiner Kathode (11) und Anode (12), der Hilfstthyristor (2) mit seiner Kathode (21) und Anode (22), die Widerstandseinrichtung (3), die Anodenverbindung (5) und  
25 die Zündeinrichtung (4) auf einem gemeinsamen Körper (10) aus Halbleitermaterial integriert sind.

9. Thyristoranordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandseinrichtung (3) eine integrierte Induktivität in Form einer auf dem Körper (10) aus Halbleitermaterial ausgebildeten Spirale (7) aus elektrisch  
30 leitendem Material aufweist.

10. Thyristoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
35 dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptthyristor (1) mit seiner Kathode (11) und Anode (12) auf einem Körper (10) aus Halbleitermaterial integriert ist, und daß der Hilfsthy-

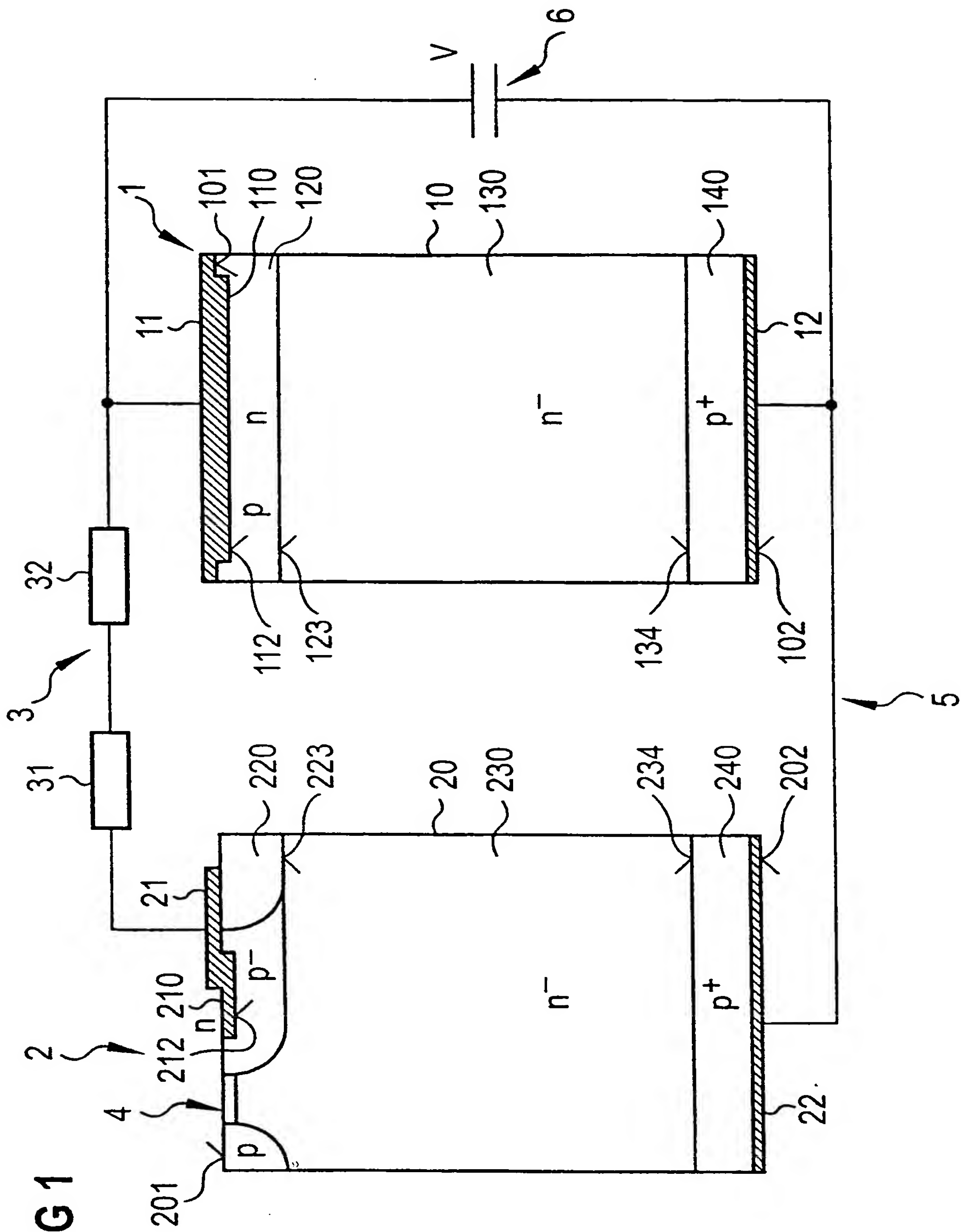
ristor (2) seiner Kathode (21) und Anode (22) auf einem anderen Körper (20) aus Halbleitermaterial integriert ist.

11. Thyristoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündeinrichtung (4) eine optische Zündeinrichtung ist, die auf einem Körper (10, 20) aus Halbleitermaterial des Hilfsthyristors (2) integriert ist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



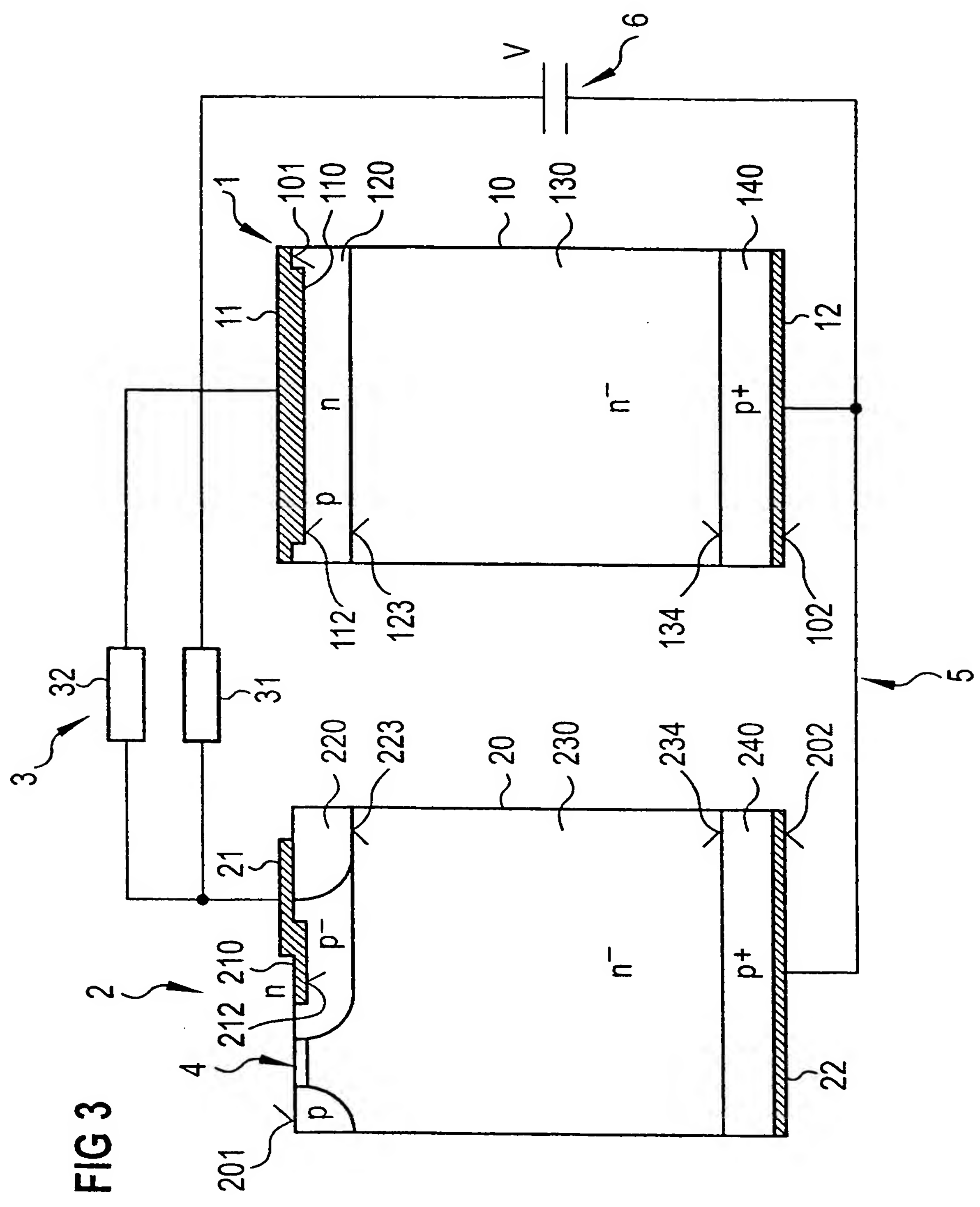
**FIG 1**



**THIS PAGE BLANK (USPIC)**



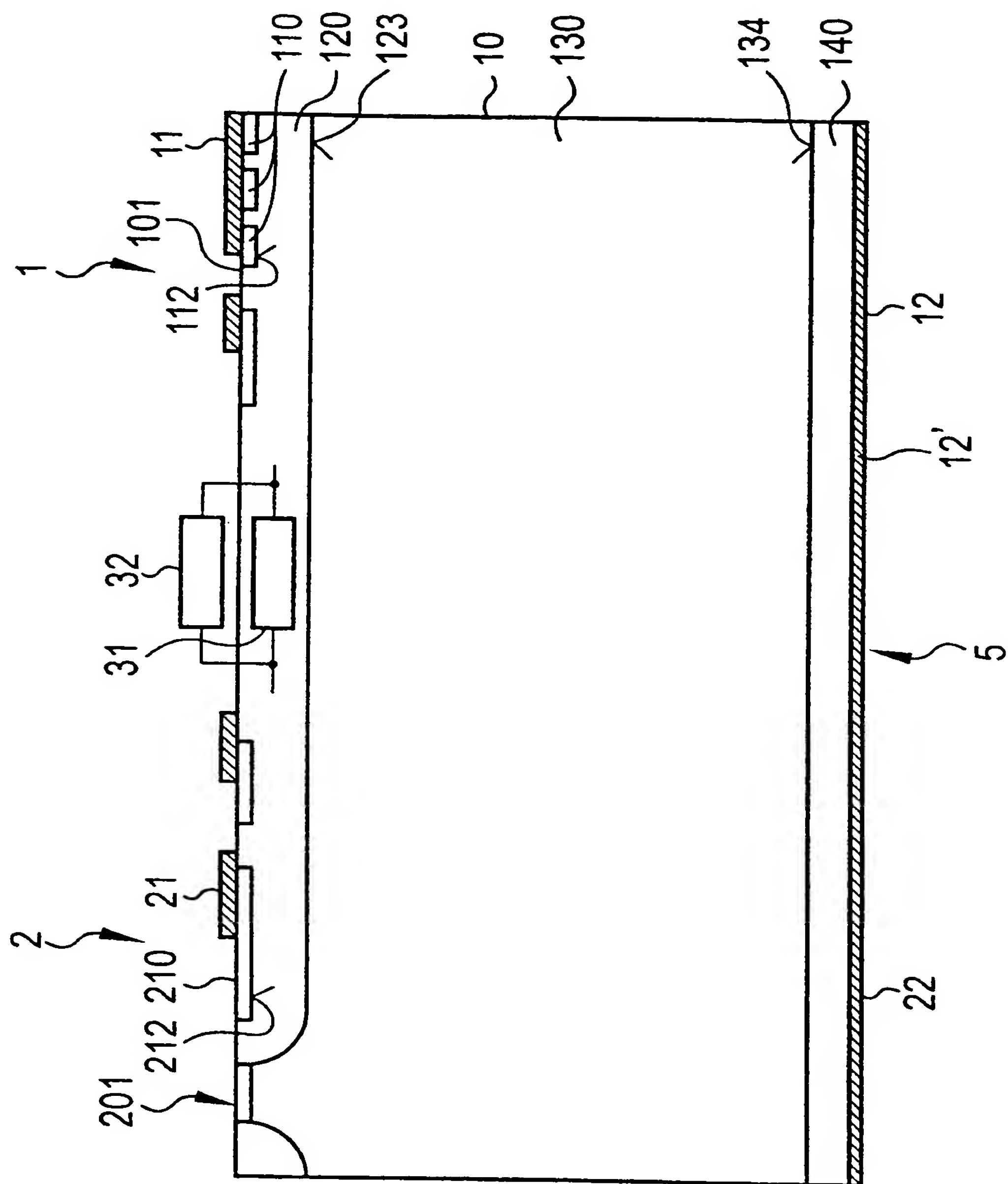
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





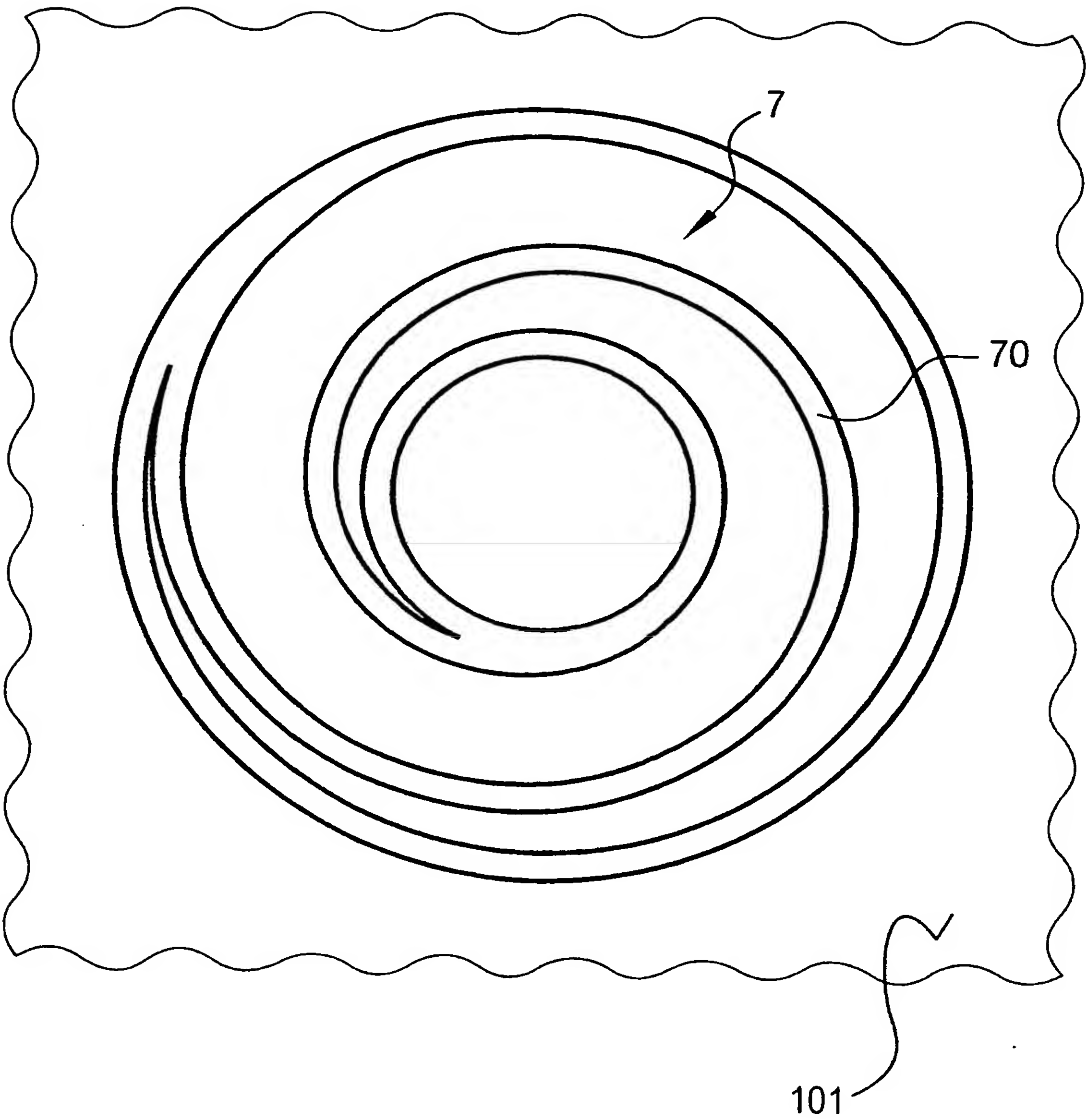
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**FIG 4**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG 5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/03440

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H03K17/081

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 103 (E-064), 3 July 1981 (1981-07-03) & JP 56 046338 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 27 April 1981 (1981-04-27) abstract	1-11
A	US 4 195 306 A (FULLMANN MARIUS ET AL) 25 March 1980 (1980-03-25) abstract; figure 3	1
A	US 3 590 346 A (BILO WILLIAM J ET AL) 29 June 1971 (1971-06-29) column 6, line 74 -column 7, line 24; figure 2	1-11
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 February 2001

Date of mailing of the international search report

16/02/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Oloff, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

onal Application No

PCT/DE 00/03440

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 248 (E-347), 4 October 1985 (1985-10-04) & JP 60 097722 A (TOSHIBA KK), 31 May 1985 (1985-05-31) abstract ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 078 (E-058), 22 May 1981 (1981-05-22) & JP 56 025371 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 11 March 1981 (1981-03-11) abstract -----	1-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/03440

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 56046338 A	27-04-1981	JP 1303784 C JP 60004618 B	28-02-1986 05-02-1985
US 4195306 A	25-03-1980	DE 2534703 A JP 1337140 C JP 52019980 A JP 60055993 B	10-02-1977 11-09-1986 15-02-1977 07-12-1985
US 3590346 A	29-06-1971	BE 758745 A GB 1330490 A	10-05-1971 19-09-1973
JP 60097722 A	31-05-1985	NONE	
JP 56025371 A	11-03-1981	NONE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03440

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H03K17/081

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H03K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 103 (E-064), 3. Juli 1981 (1981-07-03) & JP 56 046338 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 27. April 1981 (1981-04-27) Zusammenfassung	1-11
A	US 4 195 306 A (FULLMANN MARIUS ET AL) 25. März 1980 (1980-03-25) Zusammenfassung; Abbildung 3	1
A	US 3 590 346 A (BILO WILLIAM J ET AL) 29. Juni 1971 (1971-06-29) Spalte 6, Zeile 74 - Spalte 7, Zeile 24; Abbildung 2	1-11
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Februar 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/02/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Oloff, H

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 248 (E-347), 4. Oktober 1985 (1985-10-04) & JP 60 097722 A (TOSHIBA KK), 31. Mai 1985 (1985-05-31) Zusammenfassung ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 078 (E-058), 22. Mai 1981 (1981-05-22) & JP 56 025371 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 11. März 1981 (1981-03-11) Zusammenfassung -----	1-11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die der Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03440

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 56046338 A	27-04-1981	JP 1303784 C JP 60004618 B	28-02-1986 05-02-1985
US 4195306 A	25-03-1980	DE 2534703 A JP 1337140 C JP 52019980 A JP 60055993 B	10-02-1977 11-09-1986 15-02-1977 07-12-1985
US 3590346 A	29-06-1971	BE 758745 A GB 1330490 A	10-05-1971 19-09-1973
JP 60097722 A	31-05-1985	KEINE	
JP 56025371 A	11-03-1981	KEINE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**